

ハトの集団飼育場面における成員操作による 各個体の体重および摂食行動の変容

藤 健 一

動物の世界を眺めてみると、同じ綱、例えば哺乳類に分類される動物種においても、小はトガリネズミから大はゾウに至るまで、様々な大きさの動物が存在する。この動物の大きさの違いとそれぞれの動物の構造や機能との関係については多くの研究がなされており、例えば哺乳類の安静時代謝率は体重の $3/4$ 乗に比例すること、哺乳類の寿命は体重の $1/4$ 乗に比例することなどが明らかになっている (Calder, 1984; Kleiber, 1975; Schmidt-Nielsen, 1984; Schmidt-Nielsen, 1997)。この動物の大きさ (サイズ) の指標のひとつである体重は、ある個体の状態を示す指標として用いられる。体重は、その個体の健康状態の指標であり、実験動物の飼育管理における基本的なデータとして利用される。また、オペラント条件づけにおける動機づけは、通常、その動物への給餌量の操作によって生じた体重変動 (減少や増加) を指標として操作される (Ferster & Skinner, 1957)。

ある個体の体重の増減は、個体の給餌環境と給水環境、餌のエネルギー量、また季節性の体重の周期的変動が知られている (藤, 2007a; 2007b; 2008; 2009)。さらに、集団飼育場面にあるハトの行動観察からは、提示された餌を "独り占め" したり、他の個体の摂食を "妨害する" ような行動をとる優位個体のいることが知られており、社会的要因も個体の体重を左右する変数の一つとなりうることを示されている (藤, 2008)。

そこで本稿では、個体の体重維持に関わる分析の一環として、ハトの集団場面における優位個体の機能に注目して、ハトの成員構成とその集団を構成している各個体の体重変化との関係について検討した。このために、ハトの集団飼育場面における優位個体の集団からの除去と加入という操作に基づいて集団の成員構成を変化させ、この成員構成要因による集団の各個体の体重変動や摂食行動の変化を分析した。

方 法

被験体

立命館大学文学部心理学研究室動物行動研究室で集団飼育しているデンショバト 10羽を用いた。これを表1に示した。実験開始時の成員ハトの体重は、534 g から 376 g の範囲にわたっていた。この10羽を成員とする集団飼育は、2007年2月11日から開始した。

実験観察場所

動物行動研究室内の集団飼育室 (1.6 × 2.1 × 2.3 m) において、実験を行なった。隣室から目視により、各個体の行動を実験ノートに記録した。

表 1 各ハトの体重、実験開始時の推定年齢および実験室加入年

ハト個体番号	体重 (g) (2007年3月時点)	推定年齢 (年) (2007年3月時点)	実験室への加入年
PX003	534 g	9 年	2000 年
PY005	520 g	8 年	2001 年
P410	487 g	17 年	1994 年
PY001	470 g	8 年	2001 年
P306	443 g	15 年	1993 年
P008	447 g	12 年	1995 年
P901	419 g	21 年	1989 年
P003	425 g	16 年	1990 年
P201	378 g	16 年	1993 年
P502	376 g	17 年	1990 年

手続き

集団飼育室で飼育中のハトを対象とした日施の給餌は、1日1回行なった。給餌量は、10羽で合計約200gであった。市販のハト用混合飼料（石橋製）を、毎回床に置いた5つの餌皿にほぼ同量となるようにして給餌した。給水は、1台の給水器を飼育室内床面に設置して、自由摂水とした。集団飼育室内の様子を、図1に示した。

観察対象行動

集団飼育室における日施の給餌に先立って、毎日1回、午前中に観察用給餌を行なった。観察用の給餌量は1回40gであり、日施と同じ混合飼料を用いた。給餌の方式は、通常の日施と同じであった。観察用給餌に併せて、そのときの各個体の摂食行動を観察して、次の項目について記録を行なった。

摂食自発個体の同定 実験観察に先立って観察対象となる集団飼育室の10羽のハトの個体識別用写真を作成した。これにより、観察時の摂食自発個体の同定を行なった。

観察機会における摂食時間の算出 まず、各観察機会における初発摂食時刻と終発摂食時刻とを記録し、終発摂食時刻と初発摂食時刻から、その摂食機会における摂食時間(分)を算出した。今回の観察における初発摂食時刻とは、観察開始後の最初の摂食反応の生じた時刻であり、終発摂食時刻とは、餌皿からハト個体が退去してどの餌皿にもハトがいなくなった時刻とした。この摂食時間には、観察場面における摂食行動を、今回のハトの成員からなる集団としての行動として記述するため、初発摂食と終発摂食のそれぞれの自発が異なる個体によってなされた場合も含めた。

観察機会における摂食量 終発摂食が生じた後に、餌皿に残された餌量から、その観察機会における総摂食量を算出した。各個体の摂食量は測定できなかった。

集団における優位個体の同定 摂食場面における餌の占有行動の最も顕著な個体を、本研究では優位個体と定義した。観察実験開始後の最初の14日間において観察の結果、PX003を優位個体とし



図1 集団飼育室内での観察状況（筆者撮影）

た。PX003の全期間平均体重は513.3gであり、集団中最重個体であった。これを、図2に示した。

独立変数の操作

集団における優位個体(PX003)の在・不在を独立変数として、PX003を集団から除去あるいは加入させる操作を行なった。PX003を集団から除去するフェイズでは、その期間中を通じてPX003を隣接する実験室内の個別ケージに移し、1日1回30gの混合飼料を与え、摂水はケージの給水栓から自由に摂水させた。

実験観察期間

2007年3月から2007年5月の74日間であった。

実験計画

観察対象のハトの集団をひとつのまとまった対象とみなす個体内条件比較法を用いた。優位個体の存在しているフェイズ(A)と、除去されているフェイズ(B)との反転型デザインで、 $A_1B_1A_2B_2A_3$ を用いた。1フェイズは14から16日間であった。



図2 観察した集団における優位個体ハト(PX003) (筆者撮影)

結果および考察

摂食個体数 優位個体の除去・加入操作に伴う給餌場面における平均摂食個体数(PX003は算入せず)は、最初の A_1 フェイズ(優位個体存在条件)において、4.5羽(SD=1.18)、 B_1 フェイズ(優位個体不在条件)7.3羽(1.43)、 A_2 フェイズで7.7羽(1.15)、 B_2 フェイズで7.7羽(1.01)、 A_3 フェイズで6.3羽(1.578)となった。最初の優位個体存在条件の A_1 フェイズから最初の優位個体不在条件 B_1 への操作により、給餌場面における摂食個体数は約5羽から7羽へと増加し、以降の各フェイズにおいてもほぼ6羽から8羽と摂食個体数は維持された。

単位時間あたり摂食個体数 (bird/min) 各フェイズの平均摂食時間は、9.4 min (7.5 - 12.6 min)であった。各条件における摂食個体数の増減を比較するために、その摂食機会における総摂食個体数を摂食時間で除した単位時間あたり摂食個体数を求め、これを図3に示した。隣接する各フェイズで比較すると、優位個体の存在するフェイズは優位個体の不在のフェイズに比べて単位時間あたりの摂食個体数が減少した。この効果量(MBLR: Mean Baseline Reduction)を求めたところ、 A_1 から B_1 で83.2%、 A_2 から B_2 で65.2%であった。一方、 B_1 から A_2 では24.0%、 B_2 から A_3 で13.6%となった。集団における優位個体の除去は、残りの集団成員ハトの摂食行動を促進し、優位個体の再加入は残りの集団成員ハトの摂食行動を抑制した。しかしながらこの抑制効果は、促進効果よりも小さいことと、フェイズの進行に伴って低下することとが分かった。

1羽あたり単位時間あたり摂食量 (g/bird/min) 優位個体の在不在操作により、残りの集団成員ハ

トの摂食量の変化について、図4に示した。隣接する各フェイズで比較したところ25%以上の効果量を示したのは、 A_1 から B_1 (MBLR 84.8%) と、 B_1 から A_2 (MBLR 25.0%) であった。優位個体の集団からの最初の除去において摂食量の増大があり、これに続く優位個体の再加入によって摂食量は低下が生じたが、以降は優位個体の在不在にかかわらず、ほぼ一定の摂食量 (約0.27 g/bird/min) となった。

体重 優位個体の在不在操作により、残りの集団成員ハトの各個体の体重変動を図5に示した。また、優位個体を除く9羽の合計体重の変化を、図6に示した。各隣接するフェイズにおいて、観察機会の隣接する各個体の体重データに基づいて対応のある平均値の差の検定をしたところ、 B_1 から A_2 において有意な体重減少があった ($t = 5.369, df = 8, p < .05$)。すなわち、集団における優位個体を除去した場合には、残りの成員個体の体重変化は見られなかったが、優位個体の最初の再加入 (B_1 から A_2) において、成員個体の体重減少が生じた。優位個体のPX003を集団から除去した B_1 、 B_2

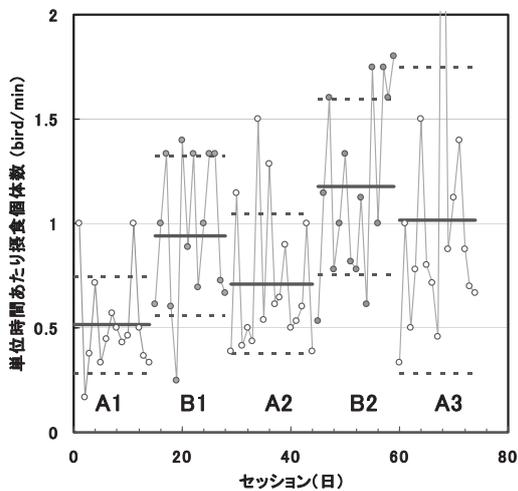


図3 各フェイズにおける単位時間あたり摂食個体数 (bird/min). 各フェイズの実線は平均を、点線は±SDを表す。

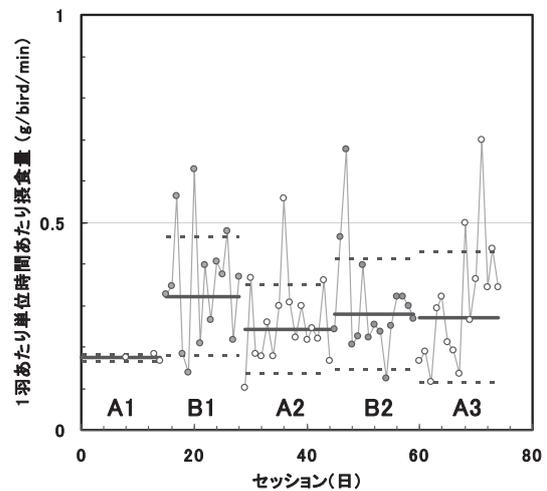


図4 各フェイズにおける1羽あたり単位時間あたり摂食量 (g/bird/min). 各フェイズの実線は平均を、点線は±SDを表す。

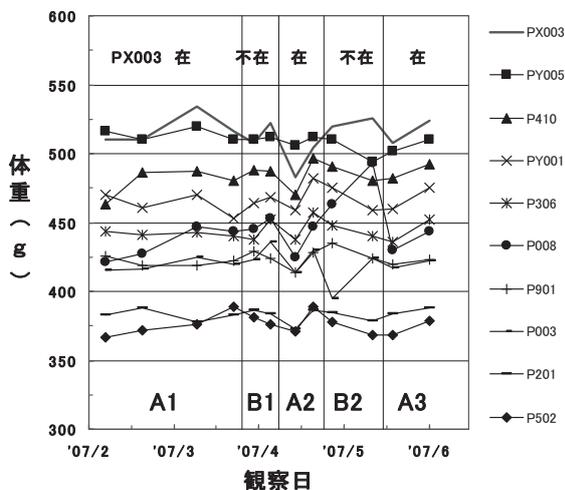


図5 優位個体の在不在操作による各フェイズにおける各個体の体重の変化。

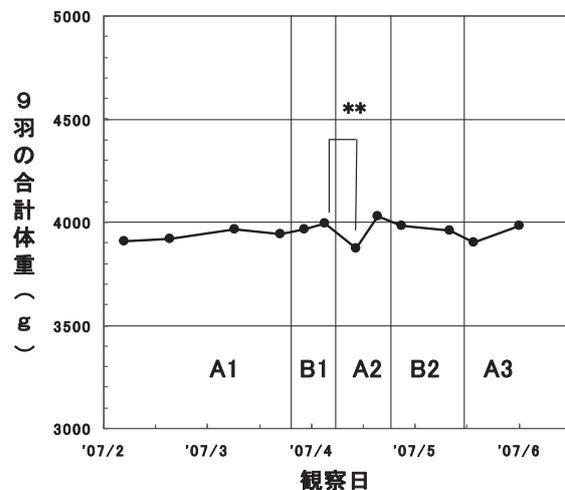


図6 優位個体 (PX003) 以外の成員ハトの各フェイズにおける合計体重の変化. 説明は本文を参照。

フェイズのうち、特に B₂ においては 8 羽のハトのうち 6 羽はフェイズ終末にかけて体重が減少 (平均 2 - 3% 減) したのに対して、2 羽は反対に増大した (P008 が 6% 増、P003 が 7% 増)。このことは、2 回目の優位個体除去フェイズにおいては、残りのハトのうち P008 と P003 とがその集団における新しい優位個体として機能し始めたものと考えられる。しかし、最後の PX003 の再加入フェイズ (A₃) への切り換えに伴って、B₂ の新優位個体と考えられる P008 と P003 の体重は、再び減少した (P008 は 13% 減、P003 は 2% 減) ことから、P008 と P003 の集団における優位個体としての機能は、当初からの優位個体である PX003 の復帰により消失する程度の脆弱なものであったと見做せよう。

摂食機会における摂食個体数と摂食量との関係 集団におけるハトの摂食行動の指標として、単位時間あたりの平均摂食個体数 (bird/min) と 1 羽あたり単位時間あたり平均摂食量 (g/bird/min) との関係、各フェイズのデータに基づいて図 7 に示した。単位時間あたりの平均摂食個体数が少ないときは 1 羽あたりの単位時間あたり平均摂食量も少なく、優位個体が集団に存在する場合は摂食個体数が少ないだけでなく、摂食量も少ないという摂食行動の特徴が読み取れる。

摂食機会における可能全量摂食量と実測摂食量との関係 集団におけるハトの摂食行動の 2 つめの指標として、次の指標を考案した。摂食機会においては、1 回について一定量の餌 (40 g) が提示される。すると、その機会に摂食した個体数と摂食時間とが与えられれば、1 羽あたりの平均可能最大摂食率 (全量摂食率 $g_{max}/bird/min$) が計算できる。例えば、4 羽の摂食個体があり、摂食時間は 5 分間だったとすると、もし仮にその 4 羽が 5 分間に提示された餌全量 (40 g) を食べ尽くしたとすると、1 羽あたりの平均全量摂食量は、40 g / 4 羽 / 5 min より、2 g/bird/min となる。同様にして 1 羽あたりの実測摂食率 (g/bird/min) を摂食量、摂食個体数そして摂食時間のそれぞれの実測値から算出する。これについて、全量摂取率に対する実測摂食率の比 (1 羽あたり実測摂食率 / 1 羽あたり全量摂取率) は、それぞれの摂食機会における摂食行動の様子を表す指標と見做すことができる。すなわち、この比が 1 に近ければ摂取可能な全量に近い餌量を摂食するという行動を表し、また 1 よりも小さければ小さいほど、摂取しようと思えば摂取できたにもかかわらずそうしなかったという摂食行動を表すことになる。これを、B₁ フェイズ (優位個体除去)、A₂ フェイズ (優位個体再加入)、および B₂ フェイズ (優位個体再除去) の 3 回のフェイズにおいて算出した。

各フェイズの各セッションの実測摂食率と全量摂食率とを計算し、各フェイズの代表値として、それぞれの平均値を算出した。それぞれのフェイズの 1 羽あたり平均実測摂食率の 1 羽あたり平均全量摂食率に対する比は、B₁ フェイズ (0.32 / 0.64 = 0.47)、A₂ フェイズ (0.24 / 0.40 = 0.61)、B₂ フェイズ (0.28 / 0.76 = 0.36) となった。優位個体の除去されている B₁、B₂ のフェイズでは全量摂取率は高いものの、実測摂取率のそれに占める比率は、B₁ フェイズにおいて 47%、B₂ フェイズにおいて 36% であった。一方、優位個体の再加入した A₂ フェイズにおいては全量摂取率は低下するものの、実測摂取率のそれに占める比率は 61% と B₁、B₂ フェイズよりも高かった。このことから、その集団に優位個体が存在すると

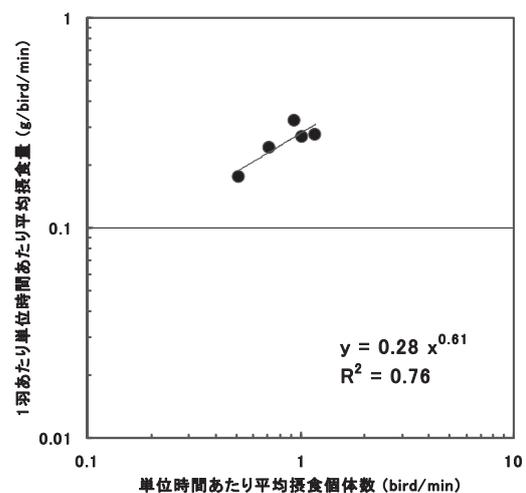


図 7 単位時間あたり平均摂食個体数 (bird/min) と 1 羽あたり単位時間あたり平均摂食量 (g/bird/min) との関係。

きは存在しないときに比べて、各摂食個体は摂食機会に提示された餌をより多く摂取しようとしているといえよう。

個体の体重の増減に関わる要因として、集団飼育場面における社会的要因を取り上げた。本研究では、その集団を構成している成員のうち、集団における摂食場面における優位個体の在・不在を実験的に操作した。その結果、優位個体の除去は摂食個体数を増加させたが個体の体重には明瞭な変化をもたらさなかった。優位個体の再加入（集団への復帰）は集団成員ハトの体重を減少させた。また、優位個体以外の成員ハトの摂食行動についても、優位個体の在・不在によってその様子に変化することが示され、集団飼育場面における優位個体という社会的要因が、その集団の成員ハトの体重維持に作用していることが示された。

追記

本稿は、故石井芙桑雄教授追悼の一編として執筆致しました。小生が文学部助手として本学に着任したのは、助教授として着任された石井先生と同じく1975年（昭和50年）4月のことでした。本稿は、石井先生にハトの行動やその特徴をお話しする機会がついに閉ざされた今日、ハトを対象として行なったささやかな実験的観察についてまとめたものです。ここに、あらためて先生の御冥福をお祈り致します。

引用文献

- Calder, W. A., III (1984). *Size, function, and life history*. New York: Dover Publications.
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of reinforcement*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- 藤 健一 (2007a). 日長時間とハトの摂食・摂水反応従事時間 日本心理学会第71回大会発表論文集, 767.
- 藤 健一 (2007b). 行動を“時間”から考える 日本動物心理学会第67回大会シンポジウム「生き物にとって時間とは何か」話題提供 2007年10月7日早稲田大学
- 藤 健一 (2008a). 季節変動に伴う日長時間と環境温との対応を崩した場合におけるハトの摂食・摂水反応 日本心理学会第72回大会発表論文集, 835.
- 藤 健一 (2008b). ハトの集団飼育場面における成員操作による体重変動 動物心理学研究, 58, 215.
- 藤 健一 (2009). 個別飼育下にあるハトの体重に対する給餌統制と摂水統制の異なる効果 日本心理学会第73回大会発表論文集, 823.
- Kleiber, M. (1975). *The fire of life*. 2nd ed. Florida: Robert E. Krieger Publishing Co.
(クライバー M. 亀高正夫・堀口雅昭 (訳) (1987). 生命の火 動物エネルギー学 養賢堂)
- Schmidt-Nielsen, K. (1984). *Scaling: Why is animal size so important?* New York: Cambridge University Press.
(シュミット=ニールセン K. 下澤楯夫・大原昌宏・浦野 知 (訳) (1995). スケーリング: 動物設計論: 動物の大きさは何で決まるのか コロナ社)
- Schmidt-Nielsen, K. (1997). *Animal physiology: adaptation and environment*. 5th ed. New York: Cambridge University Press.
(シュミット=ニールセン K. 沼田英治・中嶋康裕 (監訳) (2007). 動物生理学: 環境への適応 東京大学出版会)

(本学文学部教授)